

УДК 624.1 (035.5)

СЕЙФЭЛЬДИН ГАФФАР ХАССАН, В.Г. ТАРАНОВ, д-р техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ФУНДАМЕНТЫ НА НАБУХАЮЩИХ ГРУНТАХ СУДАНА

Рассматриваются вопросы инженерных изысканий и проектирования фундаментов. Даны примеры повреждения некоторых объектов. Предлагается новое конструктивное решение фундамента на набухающих грунтах и приведены результаты его модельных испытаний.

Среди всех африканских стран Судан имеет наибольший ареал распространения набухающих грунтов – около 25 млн. га. В первую очередь – это территория штата эль Д'Жезира (область между Белым и Голубым Нилом), к которой можно отнести и Большой Хартум, столицу государства. Именно здесь, естественно, ведется наиболее интенсивное строительство, и поэтому вопросы проектирования на набухающих грунтах имеют первостепенное значение.

Ранее эти грунты назывались черными тропическими глинами (или черными хлопковыми почвами) [1], в последнее время в литературе все чаще встречается название – expansive soil, что, по мнению суданских специалистов, более соответствует природе этих грунтов.

Систематические исследования суданских набухающих грунтов до недавнего времени не проводились, однако они могут быть отнесены к сильно набухающим – $\varepsilon_{sw}^o \geq 0,12$ (по данным некоторых очевидцев подъем поверхности земли в мокрый сезон превышает 50-60 см).

Для страны в целом и для Хартума в частности, массовое строительство сводится к возведению относительно легких сооружений: двухэтажных (реже – трех) домов-коттеджей (колонияльного типа) и зданий производственно-хозяйственного назначения. Однако зачастую, после завершения строительства, оставляются «выпуски» арматуры колонн для последующего увеличения этажности. Каких-либо специальных мероприятий при строительстве на набухающих грунтах не предусматривается. При таком строительстве через несколько лет здания, возведенные на этих грунтах, начинают претерпевать различные деформации.

В табл.1 приведена информация об объектах, получивших повреждения разной степени вследствие регулярного проявления негативных свойств набухающих грунтов; рис.1 иллюстрирует довольно типичный пример разрушения конструкций.

Ежегодный ущерб от повреждения конструкций оценивается в десятки миллионов суданских фунтов.

В подтверждение сказанному – пример. Расходы на ремонт и восстановление конструктивных элементов объекта №4 (табл.1) настолько высоки, что рекомендовано перенести фабрику на другую площадку (сложенную не набухающими грунтами).

Таблица 1 – Информация о поврежденных сооружениях

№ п/п	Здание	Место-положение	К-во этажей	Год постройки	Тип фундамента
1	Университет Д'Жезира – жилье штата	Штат Д'Жезира, г.Вад Медани	2	1975	Монолитный, отдельно стоящий
2	Хлопковая фабрика «Дружба»	Штат Д'Жезира	2	~70-х	Монолитный, отдельно стоящий
3	Ирригационный проект «Рахад»	Штат Д'Жезира	1	1977	Ленточный
4	Фабрика Асаяля	Штат Белый Нил	3	-	Монолитный, отдельно стоящий
5	Администрация изучения почв – сельскохозяйственная корпорация	Штат Д'Жезира, г.Вад Медани	2	1968	Монолитный, отдельно стоящий



Рис.1 – Деталь разрушения кирпичной стены (объект №3)

В суданской практике проектирования расчет оснований проводится с использованием понятия «допустимое давление (q_{all})» [2]. Должно удовлетворяться требование:

$$q \leq q_{all},$$

где q – фактическое давление.

Для легких зданий в Судане, аналогично тому, как это делается во многих развитых странах, применяется упрощенный метод, в котором в качестве допустимого давления используется табличное значение т.н. «базового давления», зависящего от типа и состояния грунта. Значение последнего назначается исходя из опыта строительства в определенных инженерно-геологических условиях разных регионов, и должно обязательно предусматривать обеспечение безопасных осадок.

Заметим, что сказанное относится к «рядовым задачам»; в случаях же проектирования ответственных объектов описанный метод не применим.

Однако необходимо отметить также, что в последнее время наблюдается тенденция отхода от метода «базовых давлений» даже в случаях проектирования зданий традиционного типа. Удельная несущая способность основания – q_{ult} наиболее часто определяется по формуле К.Терцаги, которая для ленточных фундаментов выглядит следующим образом:

$$q_{ult} = Q_{ult} / A = \gamma B / 2 N_{\gamma} + D_f N_q \gamma' + c N_c$$

(для отдельно стоящих круглых или квадратных фундаментов формула отличается лишь численными значениями коэффициентов при слагаемых).

Определяющими в этом выражении, очевидно, являются размеры и конфигурация подошвы фундамента и коэффициенты несущей способности основания $N_{\gamma} q c$. Влияние положения уровня подземных вод на прочность основания учитывается выбором значений удельных весов грунтов ниже γ и выше γ' подошвы фундамента. Значения параметров γ' зависят от метода [СНиП, Мейергофа, Како-Керизеля, Б.Хансена и др.] и точности определения прочностных свойств грунтов, в первую очередь, угла внутреннего трения φ . Не ставя в настоящей статье задачи детального рассмотрения способов исследований физико-механических свойств грунтов, отметим лишь их африканскую специфику.

На рис.2 представлен фрагмент карты Междуречья – кнопками указаны места бурения скважин и отбора образцов грунтов.

Табл.2 является типичным примером результатов инженерных изысканий, выполненных суданскими специалистами.

Анализируя наглядные данные табл.2 и другие аналогичные материалы отчетов суданских изыскателей, можно сделать некоторые выводы.

Как правило, бурение проводится на глубины 12-15 м, образцы отбираются через 2 м.

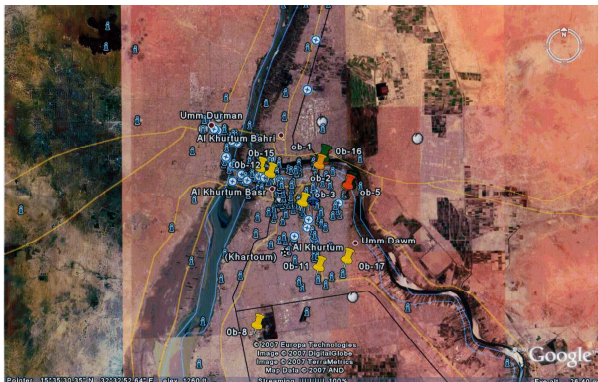


Рис.2 – Карта северных районов эль Д'Жезиры

Таблица 2 – Физико-механические характеристики грунтов

Глубина отбора образца	Грунт	γ , $\kappa\text{H}/\text{м}^3$	$W(\text{м.с.})$, %	Прочностные характеристики		Предел Аттерберга			Примечание
				ϕ , град.	C , $\kappa\text{H}/\text{м}^2$	W_L (L.L.)	W_P (P.L.)	I_P (P.I.)	
0,0	Глина								
2,0						65.3	21.1	42.2	Набухающий
4,0		19.3	18.0	30.0	18.8	64.4	21.3	43.1	Набухающий
	Песок								
6,0		18.4	22.0	5.0					
8,0									
10,0									
12,0						155.6	26.2	129.4	Набухающий
	Илистая глина								
14,0									
15,0						141.3	26.2	115.1	Набухающий

Примечание: в скобках – обозначения, принятые в Судане

Основными физическими характеристиками грунтов являются пределы Аттерберга (иногда – линейная усадка) и процентное содержание пылевато-глинистых частиц.

Как показывает опыт, теснота связи между w_l и I_p характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,7-0,8, поэтому исследуемый грунт наиболее часто и надежно идентифицируется с помощью диаграммы пластичности Казагранде [1].

Прочностные характеристики грунтов φ и c определяются на приборах плоского среза или в стабилометрах.

Следует отметить характерную для набухающих грунтов Судана особенность: их присутствие на всех разведанных глубинах.

Из табл.1 следует, что наиболее массовый тип фундамента – отдельно стоящий. Как правило, это монолитный железобетонный массив с размерами 2(1,5)×2(1,5)×0,4 м, в центре которого устраивается колонна (без или с небольшим подколенником); глубина заложения – 1,5-2,0 м.

С целью снижения давления по подошве фундамента, в том числе и давления набухания, предлагается устраивать фундамент с отверстиями.

Для получения качественной картины поведения такого фундамента и его основания при набухании грунтов были проведены эксперименты в лотке (рис.3).

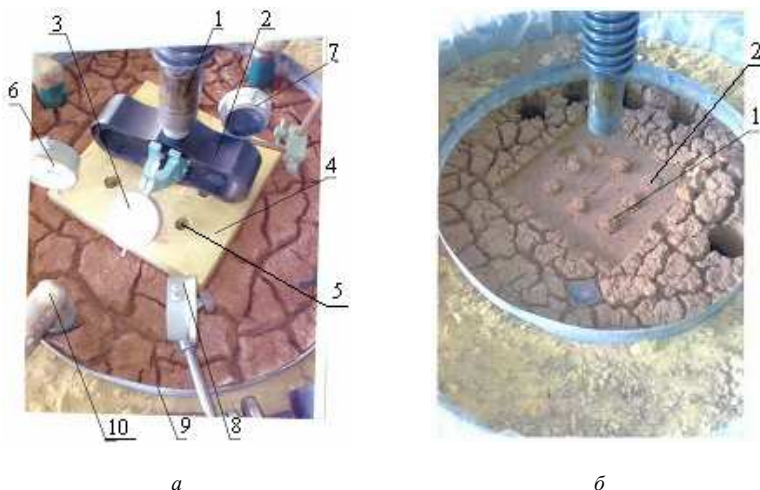


Рис. 3 – Испытания в лотке: процедура

К опытному штампу 4 (модель в масштабе 1 : 10) с помощью винтового загрузочного устройства 1, через динамометр 2 с индикатором 3 прикладывали нагрузку разной интенсивности (50-150 кПа). Модели имели отверстия пяти разных диаметров (10-25 мм), которые распола-

гали симметрично относительно центральных осей штампа. Подъем штампа, грунта в отверстии и свободной поверхности регистрировали соответственно индикаторами 6, 7 и 8.

Грунтовую смесь изготавливали из набухающих глин харьковского региона с 20%-ной добавкой бентонита, что делало ее идентичной суданским набухающим грунтам (характеристики которых $-e_{sw}^0$ определялись в приборе ПНГ параллельно). Смесь в сухом состоянии послойно (5-6 см) укладывали в лоток 9 с трамбованием; общая мощность набухающего грунта достигала 25-30 см. После укладки последнего слоя к его поверхности прикладывали уплотняющее давление, которое выдерживали в течение суток. Затем монтировали опытную установку, и только после приложения к модельному штампу нагрузки проводили замачивание грунта через специальное устройство 10.

Данные обработки экспериментов со штампом 4 (диаметр отверстий 25 мм) представлены на рис.4.

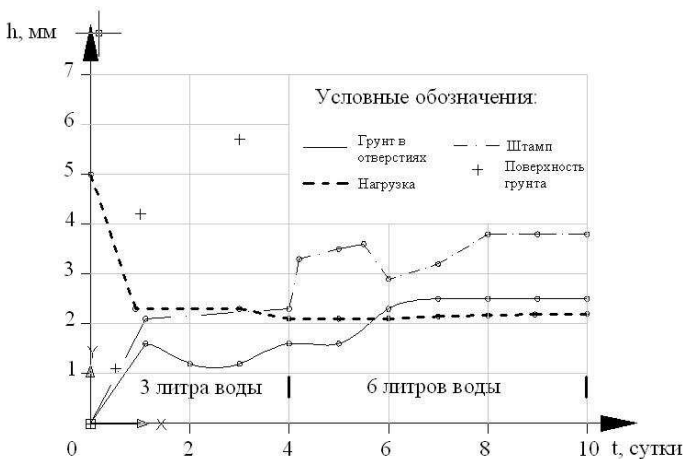


Рис.4 – Испытания в лотке: результаты

В описываемых экспериментах отрабатывали методику испытаний и решали вопрос оптимизации (минимизации) диаметра отверстий в модели фундамента.

Следует отметить значительные трудности при формировании и замачивании набухающего грунта, а также неэффективность принятого способа регистрации подъема грунта в отверстии (рис.3, б, где позиция 1 иллюстрирует свободный подъем грунта в отверстии, а позиция 2 – подъем, ограниченный наличием измерительного устройства).

Получено, что при довольно высокой скорости набухания грунтов (рис.4) заданная нагрузка на штамп с выемками небольших диаметров (10-15 мм) сохраняется постоянной, а грунт в них практически отсутствует. При больших диаметрах (20-25 мм) нагрузка падает почти вдвое в течение суток и наблюдается интенсивное проникновение грунта в образованную отверстием полость (рис.3, б).

Результаты проведенных экспериментов подтвердили возможность применения предложенного конструктивного решения фундаментов на набухающих грунтах и позволили скорректировать направление дальнейших исследований.

1.Proceeding of the Seminar on Expansive Clay Soils Problem in the Sudan. – University of Khartoum 1983. – 89 p.

2.Шутенко Л.Н., Гильман А.Д., Лупан Ю.Т. Основания и фундаменты. – К.: Вища школа, 1989. – 328 с.

Получено 27.02.2008

УДК 624.012.35

О.С.КАМЕНСВ

Запорізький будівельний коледж

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВЛАШТУВАННЯ АБО РОЗШИРЕННЯ ПРОРІЗІВ ДЛЯ ВІКОН ТА ДВЕРЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СТІН

Викладено результати досліджень технологічності проектних рішень з обладнання прорізів у несучих стінах для прийняття на цій основі найбільш економічних варіантів проектних робіт.

Незважаючи на велику кількість вже опублікованих робіт [1, 2] і накопиченого робочого досвіду [3], питання прийняття обґрунтованого рішення щодо знесення або організації і технології реконструкційних робіт вимагають подальших досліджень. Одним із таких питань, на нашу думку, є узагальнення, розробка та впровадження ефективних пропозицій щодо організації, технологічних і конструктивних рішень для влаштування прорізів у стінах при проектуванні та модернізації з переплануванням переважно нижніх поверхів цивільних будівель.

Короткий аналіз наших розробок в обраному напрямку викладено в [4]. Там же розглядалося, що дане завдання можна підвести під класичне завдання: дослідження технологічності проектних рішень. Викладена постановка завдання та обрані шляхи його рішення дозволили виконати збір і обробку необхідної інформації для встановлення гіпотетичних залежностей.